



TITLE:

1.渦ダイナミクスにおける二種の
非線形性の役割(京都大学大学院理
学研究科物理学第一専攻,修士論文
題目・アブストラクト(1990年度))

AUTHOR(S):

荒木, 圭典

CITATION:

荒木, 圭典. 1.渦ダイナミクスにおける二種の非線形性の役割(京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度)). 物性研究 1991, 57(1): 99-101

ISSUE DATE:

1991-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94753>

RIGHT:

- | | |
|--|-------|
| 5. ポリジアセチレン単結晶の塑性変形 | 大宮 康二 |
| 6. 振動子集団の結合系における引き込み | 奥田 浩司 |
| 7. 高導電性ポリアセチレンの金属性伝導 | 金子 浩 |
| 8. シミュレーテッドアニーリングにおけるエネルギーの時間スケール
ング | 樺島 祥介 |
| 9. 液体セレン-ハロゲン混合系の構造 | 川北 至信 |
| 10. 酸化物高温超伝導体薄膜でのゆらぎの測定 | 河原 敏男 |
| 11. Electronic Structure in the d-p Model | 神吉 一樹 |
| 12. レーザースノーの成長過程における諸形態 | 佐飛 裕一 |
| 13. 量子 Stadium Billiard の断熱変化と準位統計 | 高見 利也 |
| 14. パルスの相互作用を持つ興奮性素子の集団的振舞い | 茶碗谷 毅 |
| 15. 一次元結合交代系における密度波状態と SDW ソリトン | 富田 憲一 |
| 16. 不純物原子を含んだ液体ヘリウム 4 | 藤崎 明広 |
| 17. アルカリハライドにおける O_2^- 分子の発光過程 | 本郷 禎人 |
| 18. アルカリハライドの緩和励起子発光の物質依存性とその新しい理解
—Rabin-Klick パラメータによる発光帯の整理— | 松本 珠緒 |

1. 渦ダイナミクスにおける二種の非線形性の役割

荒 木 圭 典

2次元ソリトンおよび渦のダイナミクスと、その発展方程式に現われる非線形性との関係を、Petviashviliの2次元モデル方程式

$$(1 - \nabla^2) \frac{\partial \phi}{\partial t} = \nu \frac{\partial \phi}{\partial y} - \kappa \phi \frac{\partial \phi}{\partial y} + \nabla \phi \times \nabla (\nabla^2 \phi)$$

$$(\text{ただし } \nabla = (\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}), \quad \nabla^2 = \nabla \cdot \nabla.)$$

を用いて調べた。この方程式は、木星の大赤斑、および核融合プラズマ中の異常輸送過程を記述するためのモデル方程式として提案されたものである¹⁾。この方程式は、KdV型の非線形項（スカラー型非線形性）とヤコビアン型の非線形項（ベクトル型非線形性）を併せ持っている。スカラー型の非線形項が無い場合、この式は Charney-Hasegawa-Mima方程式へ、一方ベクトル型の非線形項が無い場合には、2次元の一般化された長波方程式へと帰着される。前者はモードンと呼ばれる双極ソリトン解を、後者は単極ソリトン解を、それぞれ定常進行波（渦）解として持っている。

Petviashviliモデルにおける二種の非線形性の役割を、これら双極型・単極型うず構造の安定性および相互作用の観点から、数値シミュレーションによって調べた。方程式の解析、および数値シミュレーションの結果は、次のとおりである。

1) Petviashviliのモデル方程式には、正のピークを持つ単極解（逆サイクロン解）と、負のピークを持つ単極解（サイクロン解）が同じパラメーターにおいて存在し、互いに逆方向へ進行する。

2) 単独で存在する単極型構造は、安定でソリトンの振舞いをする。これに対し双極型構造は、スカラー型非線形性による影響のために構造的に不安定であり、2個の単極ソリトンへと分裂する²⁾。

3) ベクトル型の非線形性による影響のために、単極ソリトン解の衝突過程は「非弾性的」になる。ソリトンの追い越し衝突実験においては、渦の融合による単一のソリトンの形成が観察された（図1）。また、ソリトンの正面衝突実験においては、一時的な双極ソリトン型の構造が観察された。この双極型構造は衝突後、再び単極型構造へと分裂するが、その形は元のソリトンとは異なったものになっている。（図2）

参考文献

- 1) V.I. Petviashvili, Fiz. Plazmy 3, 270 (1977) [Sov. J. Plasma Phys. 3, 150 (1977)]
Plasma Zh. Eksp. Teor. Fiz. 32,632 (1980) [JETP Lett. 32, 619 (1980)]
- 2) 我々とは独立に、同じ結果が次のグループによって得られている。
 - a) X. Su, W Horton, P.J. Morrison, and V.P. Pavlenko, "Effect of Scalar Non-linearity on the Dipole Vortex Solution", U. of Texas at Austin, IFSR #328, (1988)
 - b) K.H. Spatschek, E.W. Laedke, Chr. Marquardt, S. Musher, H. Wenk, Phys. Rev. Lett. 64, 3027 (1990)

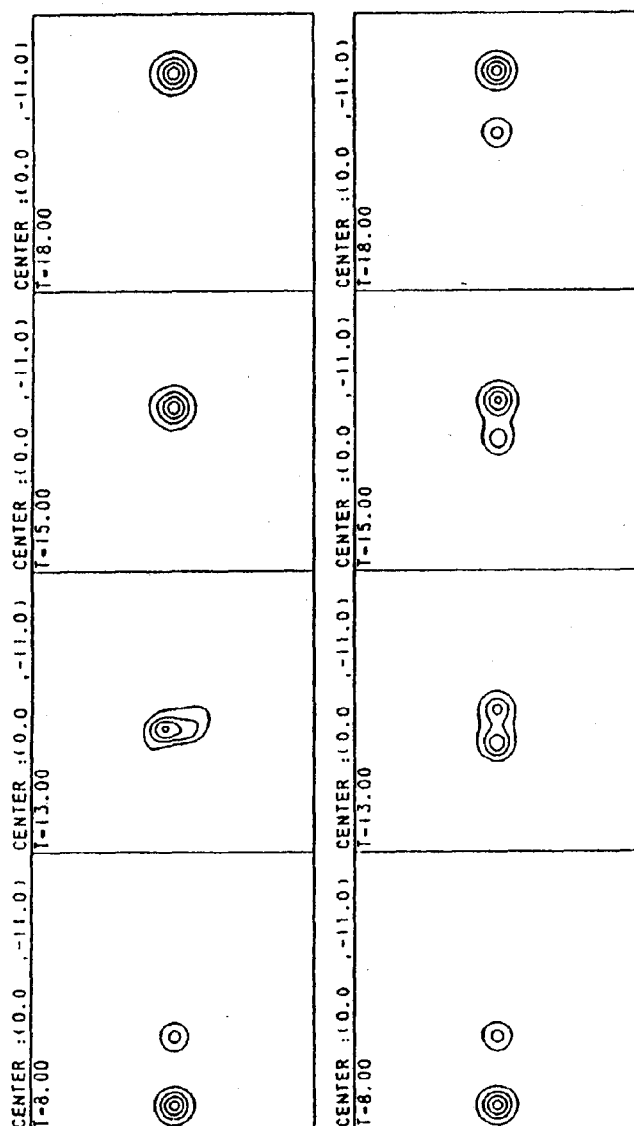


図1 : 単極ソリトン解の追い越し衝突。
a) Petviashviliのモデルの場合。b)
長波方程式の場合。パラメーターはいず
れも $\nu=0.10$, $\kappa=0.25$ 。

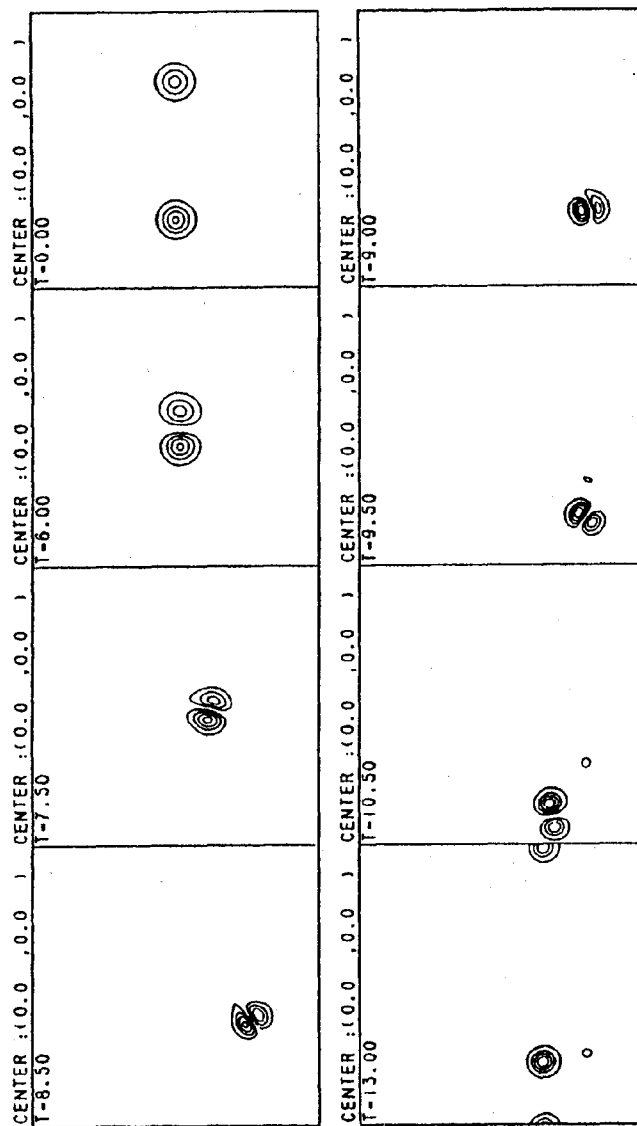


図2 : Petviashviliのモデルによる、
双極型構造の一時的な形成と再分裂。
パラメーターは $\nu=0.10$, $\kappa=0.25$